

Express No. EV 377 492 931 US  
Inventor: Shigetaka HAGA  
Title: ELECTRON BOMBARDMENT  
HEATING APPARATUS AND  
TEMPERATURE CONTROLLING  
APPARATUS AND CONTROL  
METHOD THEREOF

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 5 月 2 8 日

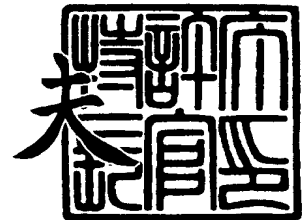
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 5 0 2 6 5  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 5 0 2 6 5 ]

出 願 人  
Applicant(s): 助川電気工業株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 1 4 9 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 0030012-02

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 1/00  
H05B 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市滑川本町 3 丁目 1 9 番 5 号 助川電気工業株式会社内

【氏名】 芳賀 重崇

【特許出願人】

【識別番号】 000183945

【氏名又は名称】 助川電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081927

【弁理士】

【氏名又は名称】 北條 和由

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717447

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 電子衝撃加熱装置  
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フィラメント（9）で発生した熱電子を加速して加熱プレート（2）に衝突させて加熱プレート（2）を発熱させる電子衝撃加熱装置であって、加熱プレート（2）を天壁とする加熱物支持部材（1）の周壁が径が異なる上下の多段の周壁部分（13a）、（13b）からなり、これらの周壁部分（13a）、（13b）がそれらの径方向に延びるリング状の横壁（15）で連結されていることを特徴とする電子衝撃加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェハ等の加熱物を高温に加熱する加熱装置に関し、特に加速した電子を加熱プレートに衝突させて加熱プレートを発熱させる形式の電子衝撃加熱装置に関し、特に耐熱応力性に優れた電子衝撃加熱装置に関する。

【0002】

【発明の属する技術分野】

半導体ウェハ等の処理プロセスにおいて、その半導体ウェハ等の板状部材を加熱するための加熱手段として、加速した電子を加熱プレートの背後に衝突させて加熱プレートを発熱させる形式の電子衝撃加熱装置が使用されている。この電子衝撃加熱装置では、フィラメントに通電することにより発生した熱電子を高電圧で加速し、この熱電子を加熱プレートの背後に衝突させて、加熱プレートを発熱させる。そしてこの加熱プレートの上に載せた板体を加熱する。

【0003】

図4は、電子衝撃加熱装置の従来例を示すものである。図4では図示して無いが、ステージ部6の上の部分は真空容器の中にあり、加熱プレート2の部分は真空雰囲気におかれる。

ステージ部6の壁には、冷却液通路7が形成され、この冷却液通路7に水等の冷却液を通すことにより、ステージ部6が冷却される。

**【0004】**

このステージ部 6 の上には、シリコンウエハ等の薄形板状の加熱物を載せる平坦な加熱プレート 2 を有する耐熱性の加熱物支持部材 1 が設置され、その内部は同加熱物支持部材 1 により、その外側の空間と気密に仕切られる空間を有する。より具体的には、加熱物支持部材 1 は、上面側が加熱プレート 2 により閉じられ、下面側が開口した円筒形状を有している。加熱物支持部材 1 の下端部は、ステージ部 6 の上面に当てられて固定されると共に、真空シール材 8 により気密にシールされている。

**【0005】**

このような加熱物支持部材 1 の材質としては、耐熱性を有するシリコン含浸シリコンカーバイドやアルミナ、窒化珪素等のセラミックが使用される。加熱物支持部材 1 がこのようなシリコン含浸シリコンカーバイドやセラミックのような絶縁体からなる場合は、その加熱プレート 2 の内面をメタライズして導体膜を形成し、この導体膜をステージ部 6 を介して接地する。

ステージ部 6 には、排気通路 4 が形成され、この排気通路 4 に接続された真空ポンプ 5 により、加熱物支持部材 1 の内部の空間が排気され、真空にされる。

**【0006】**

さらに、この加熱物支持部材 1 の内部には、フィラメント 9 が設置されている。フィラメント 9 は、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の背後に設けられ、このフィラメント 9 には、フィラメント加熱電源 10 が接続されている。さらに、このフィラメント 9 と加熱プレート 2 との間には、加熱物支持部材 1 を介して電子加速電源 11 により加速電圧が印加される。なお加熱プレート 2 は接地され、フィラメント 9 に対して正電位に保持される。

**【0007】**

このような電子衝撃加熱装置では、フィラメント 9 と加熱プレート 2 との間に電子加速電源 11 により一定の高電圧の加速電圧を印加すると共に、フィラメント加熱電源 10 によりフィラメント 9 に通電すると、フィラメント 9 から熱電子が放出され、この熱電子が前記加速電圧により加速されて加熱プレート 2 の下面に衝突する。このため、電子衝撃により加熱プレート 2 が加熱される。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとしている課題】

加熱物支持部材 1 は、その下端側がステージ部 6 の冷却液通路 7 に通す水等の冷却液により、ステージ部 6 を介して冷却される。他方、加熱物支持部材 1 の上壁を形成する加熱プレート 2 は、フィラメント 9 から放出され、高電圧の電子加速電源 11 により加速された電子により衝撃され、加熱される。このため、加熱物支持部材 1 の上壁を形成する加熱プレート 2 とステージ部 6 と接する加熱物支持部材 1 の下端部との間には急勾配の温度勾配が形成される。

## 【0009】

ところが、加熱物支持部材 1 は、耐熱性を有するシリコン含浸シリコンカーバイドやアルミナ、窒化珪素等のセラミックからなり、熱応力に弱い。そのため、加熱プレート 2 の加熱を開始すると、加熱物支持部材 1 の上壁を形成する加熱プレート 2 のみが熱膨張する。これにより、加熱物支持部材 1 が変形し、特に周壁部と加熱プレート 2 との間の肩部に熱応力が集中する。そしてこのような加熱プレート 2 の加熱と冷却を繰り返すと、物支持部材 1 が繰り返し熱応力を受け、次第に疲労して劣化し、破断するという課題があった。

## 【0010】

本発明は、従来の電子衝撃加熱装置におけるこのような課題に鑑み、加熱物支持部材の電子衝撃により加熱される加熱プレートとステージ部を介して冷却される加熱物支持部材の下端部との間の温度差により生じる熱応力を緩和し、加熱プレートの加熱と冷却を繰り返しても、加熱物支持部材が疲労しにくく、長期にわたって破断することが無い電子衝撃加熱装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

本発明では、前記の目的を達成するため、天壁として加熱プレート 2 を有する加熱物支持部材 1 を、単一径の円筒形のものとせず、その中間に少なくとも 1 段以上の段差を設けた。すなわち、加熱物支持部材 1 の上下部分を異なる径の円筒形の多段の周壁部分 13a、13b により形成し、これらの周壁部分 13a、13b をそれらの径方向に延びるリング状の横壁 15 で連結した。これにより、多

段の周壁部分 13 a、13 b とそれらを連結する横壁 15 とにより、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 とその下端部との間の温度差により生じる熱応力を緩和し、その早期の破損を防止するようにしたものである。

#### 【0012】

すなわち、本発明による電子衝撃加熱装置は、フィラメント 9 で発生した熱電子を加速して加熱プレート 2 に衝突させて加熱プレート 2 を発熱させる電子衝撃加熱装置であって、加熱プレート 2 を天壁とする加熱物支持部材 1 の周壁が径が異なる上下の多段の周壁部分 13 a、13 b からなり、これらの周壁部分 13 a、13 b がそれらの径方向に延びるリング状の横壁 15 で連結されているものである。

#### 【0013】

このような本発明による電子衝撃加熱装置では、加熱プレート 2 を天壁とする加熱物支持部材 1 の周壁が上下の径が異なる多段の周壁部分 13 a、13 b からなり、これらの周壁部分 13 a、13 b がそれらの径方向に延びるリング状の横壁 15 で連結されているため、加熱時に加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 とその下端部との間に温度差が生じて、多段の周壁部分 13 a、13 b とそれらを連結する横壁 15 とにより、熱応力が緩和される。特に熱応力が集中する加熱物支持部材 1 の肩部が 3 個所以上となるため、特定の肩部に熱応力が集中しにくくなる。従って、加熱と常温への冷却を繰り返しても、加熱物支持部材 1 の全体の熱応力が小さくなり、早期の破損が防止出来る。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的且つ詳細に説明する。

図 1 は、本発明による電子衝撃加熱装置の一実施形態を示すものであり、図 4 の従来例と同じ部分は同じ符号で示している。ステージ部 6 の上の部分は真空容器の中にあり、加熱プレート 2 の部分は真空雰囲気におかれることは、図 4 による説明した従来例と同様である。

#### 【0015】

ステージ部 6 の壁には、冷却液通路 7 が形成され、この冷却液通路 7 に水等の冷却液を通すことにより、ステージ部 6 が冷却される。

このステージ部 6 の上には、シリコンウエハ等の薄形板状の加熱物を載せる平坦な加熱プレート 2 を有する耐熱性の加熱物支持部材 1 が設置され、その内部は同加熱物支持部材 1 により、その外側の空間と気密に仕切られる空間を有する。より具体的には、加熱物支持部材 1 は、上面側が加熱プレート 2 により閉じられ、下面側が開口した円筒形状を有しており、加熱プレート 2 の平坦な上面は、シリコンウエハ等の薄形板状の加熱物より広がっている。加熱物支持部材 1 の下端部にはフランジが設けられ、このフランジ部分がステージ部 6 の上面に当てられて固定されると共に、真空シール材 8 により気密にシールされている。

#### 【0016】

加熱物支持部材 1 はその全体または少なくとも加熱プレート 2 がシリコン含浸シリコンカーバイドやアルミナ、窒化珪素等のセラミックからなる。加熱物支持部材 1 がセラミックのような絶縁体からなる場合は、その加熱プレート 2 の内面をメタライズして導体膜を形成し、この導体膜をステージ部 6 を介して接地する。また、加熱プレート 2 を形成する材料の中に導体材料を含ませて導電性を持たせることによって同様の目的を達し得る。

#### 【0017】

図 1 に示すように、加熱物支持部材 1 の周壁は下段の径が大きく、上段の径が小さい 2 段の円筒形状となっている。下段の径の大きな周壁部分 13b と上段の径の小さな周壁部分 13a とは、加熱物支持部材 1 の周壁全体の中間の高さ位置において、その周壁の径方向に延びるリング状の横壁 15 で連結されている。これら径が異なる上下の周壁部分 13a、13b 及びそれらを連結する横壁 15 は、一体成型するのがよい。

#### 【0018】

ステージ部 6 には、排気通路 4 が形成され、この排気通路 4 に接続された真空ポンプ 5 により、加熱物支持部材 1 の内部の空間が排気され、真空にされる。

さらに、この加熱物支持部材 1 の内部には、フィラメント 9 とリフレクタ 3 が設置されている。

**【0019】**

フィラメント 9 は、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の背後に設けられ、このフィラメント 9 には、絶縁シール端子を介してフィラメント加熱電源 10 が接続されている。このフィラメント加熱電源 10 は、フィラメント 9 側が高圧、電力調整器 17 側が低圧になるように絶縁されている。さらに、このフィラメント 9 と加熱プレート 2 との間には、加熱物支持部材 1 を介して電子加速電源 11 により加速電圧が印加されている。なお加熱プレート 2 は接地され、フィラメント 9 に対して正電位に保持される。

**【0020】**

リフレクタ 3 は、加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 に対しフィラメント 9 の背後側に設けられている。このリフレクタ 3 は、金、銀等の反射率の高い金属、またはモリブデン等の融点の高い金属で形成される。リフレクタ 3 の加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 に対向した面は、鏡面となっており、輻射熱を反射する。このリフレクタ 3 は、加熱物支持部材 1 とは電氣的に絶縁されるがフィラメント 9 とは略同電位の状態におかれる。このことにより、リフレクタ 3 には電子が飛来せず、電子衝撃による加熱は起こらない。このようなフィラメント 9 は、多重に配置することができる。

**【0021】**

リフレクタ 3 の中央部には、円筒状の導体からなるシールド 16 が起立しており、このシールド 16 とリフレクタ 3 とは電氣的に導通し、同電位となっている。このシールド 16 の上端側は加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 の下面近くに達し、そのシールド 16 の上端部から外側にフランジが延設され、このフランジが加熱プレート 2 の下面と対向している。

**【0022】**

前記ステージ部 6 の中央部から測温素子としてのシース形の熱電対 12 が垂直に挿入され、この上端側は前記シールド 16 の中に非接触状態で配置される。この熱電対 12 の上端は一对の熱電対線を接合した測温点となっており、この接合点が加熱プレート 2 の下面に接触している。熱電対 12 は、ステージ部 6 から真空チャンバの外側に引き出され、その補償導線が零点補償回路を含む温度測定器



14に接続される。

#### 【0023】

このような電子衝撃加熱装置では、フィラメント9と加熱プレート2との間に電子加速電源11により一定の高電圧の加速電圧を印加すると共に、フィラメント加熱電源10によりフィラメント9に通電すると、フィラメント9から熱電子が放出され、この熱電子が前記加速電圧により加速されて加熱プレート2の下面に衝突する。このため、電子衝撃により加熱プレート2が加熱される。このとき、ステージ部6の冷却液通路7に冷却液が通され、加熱物支持部材1が冷却される。

#### 【0024】

加熱プレート2の温度が、熱電対12により加熱プレート2の温度を測定しながら昇温し、予め定められた温度に加熱プレート2の温度が達すると、フィラメント9に通電するフィラメント加熱電源10の電力が下げられ、加熱プレート2の温度が定められた温度に維持される。そして、予め定められた時間が経過すると、フィラメント9への通電が停止され、加熱プレート2の加熱を停止し、ステージ部6の冷却液通路7に通している冷却液により冷却され、加熱プレート2が降温される。

#### 【0025】

このようにして、加熱プレート2の加熱時に加熱物支持部材1の下端部は、ステージ部6の壁に設けられた冷却液通路7に通す冷却水により冷却される。このため、加熱物支持部材1の下端部と加熱プレート2の間には大きな温度勾配を生じる。他方、加熱プレート2の加熱前と冷却時は、加熱物支持部材1の下端部と加熱プレート2とは共に常温付近にあり、その間に温度勾配は殆ど無い。このように、加熱と降温を繰り返すことにより、加熱物支持部材1の下端部と加熱プレート2との間の温度勾配は繰り返し大きな変化を受ける。

#### 【0026】

このとき、図2に示すように、加熱物支持部材1の加熱プレート2、上下の周壁部分13a、13b及び横壁15がそれぞれ膨張し、変形するが、互いに隣接する壁が前記膨張を吸収する。また、図4に示す従来の電子衝撃型加熱装置の加

加熱物支持部材 1 の加熱プレート 2 と周壁部分との間の肩部が 1 個所であるのに対し、図 1 に示した電子衝撃型加熱装置ではその肩部が 3 個所となり、肩部に集中する応力もより分散される。これにより、繰り返し加熱と冷却を繰り返しても、それにより繰り返し受ける熱応力により早期の破損が起こり難くなる。

#### 【0027】

図 3 は、本発明による電子衝撃加熱装置の他の実施形態を示すものであり、図 1 に示した電子衝撃加熱装置の実施形態と同じ部分は同じ符号で示している。図 3 に示した電子衝撃加熱装置の実施形態は、図 1 に示した電子衝撃加熱装置の実施形態と殆どの部分が共通している。そのため、相違している部分のみを説明すると、この図 3 に示した実施形態では、径の小さな周壁部分 13a が下にあり、径の大きな周壁部分 13b が上にあり、それらの間が横壁 15 で連結されている。図 1 に示した実施形態に比べて、加熱物支持部材 1 の天壁である加熱パネル 2 の面積を広く取れる。

#### 【0028】

なお、前述した 2 つの実施形態では、加熱物支持部材 1 の周壁を径が異なる 2 段の周壁部分に分けたが、製造の容易性等を特に考慮しなければ、加熱物支持部材 1 の径が異なる周壁部分を 3 段以上とすることも出来る。周壁部分の段を増やすことにより、熱応力の分散性はさらに良くなるが、他の外力に対しては脆弱性を増すため、周壁部分の段は 2 段が最良であり、多くても 3 段が限度となる。

#### 【0029】

##### 【発明の効果】

以上説明した通り、本発明による電子衝撃加熱装置では、加熱物支持部材 1 の複数段の周壁部分 13a、13b と横壁 15 により温度変化に伴う熱応力が分散されるため、繰り返して加熱と冷却を繰り返すことにより生じる熱応力による疲労破壊が生じにくくなる。このため、加熱物支持部材 1 の早期の破壊が防止され、より寿命の永い加熱物支持部材 1 を得ることが出来る。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明による電子衝撃加熱装置の一実施形態を示す概略縦断面図である。

**【図 2】**

電子衝撃加熱装置の同実施形態の加熱物支持部材の一部を示す要部断面図である。

**【図 3】**

本発明による電子衝撃加熱装置の他の実施形態を示す概略縦断面図である。

**【図 4】**

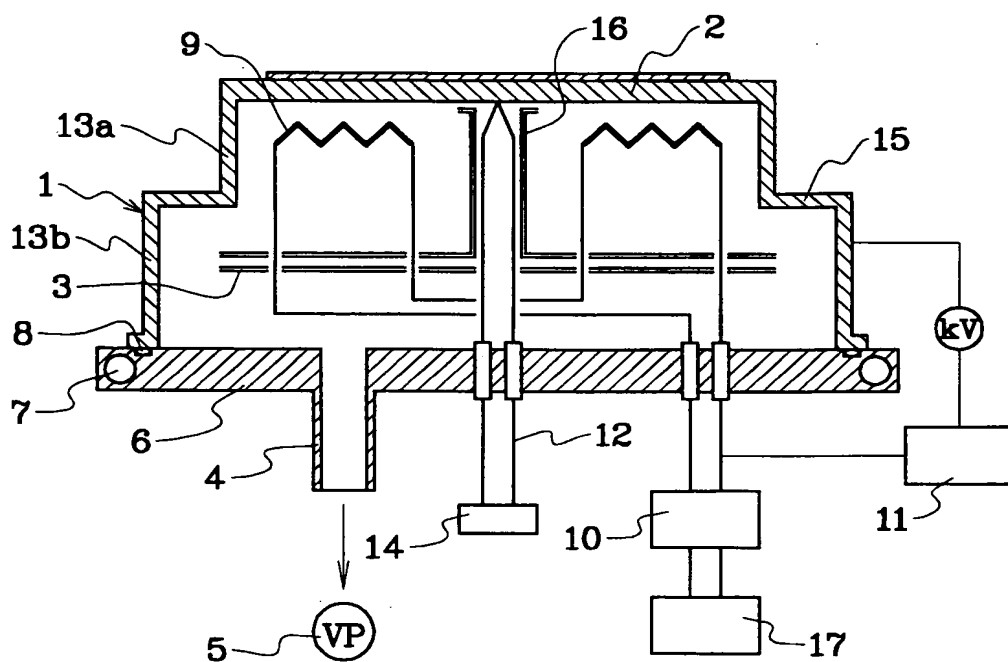
電子衝撃加熱装置の従来例を示す概略縦断面図である。

**【符号の説明】**

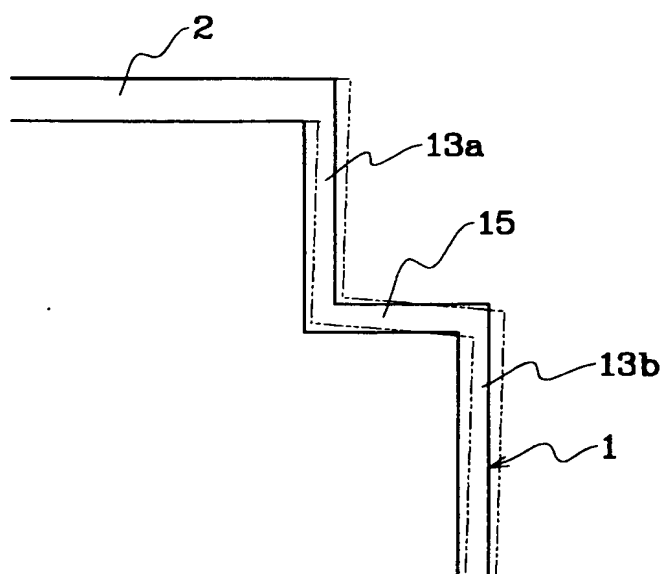
- 9        フィラメント
- 2        加熱プレート
- 1        加熱物支持部材
- 1 3 a   周壁部分
- 1 3 b   周壁部分
- 1 5      横壁

【書類名】 図 面

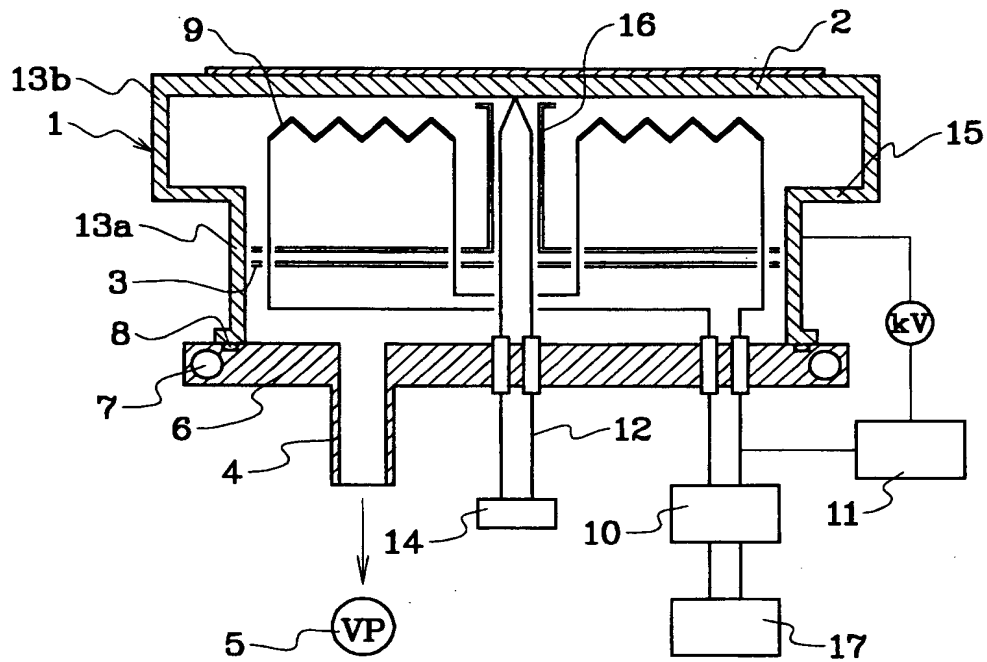
【図 1】



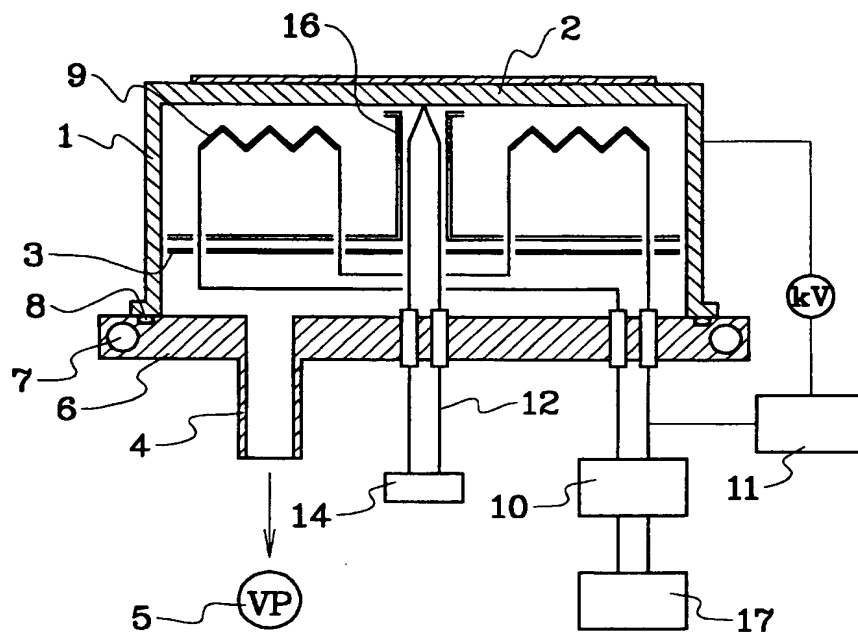
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加熱プレート 2 の加熱時の加熱物支持部材 1 の下端部と加熱プレート 2 との間の温度差により生じる熱応力を緩和し、加熱プレートの加熱と冷却を繰り返しても、加熱物支持部材が破断することが無いようにする。

【解決手段】 電子衝撃加熱装置は、フィラメント 9 で発生した熱電子を加速して加熱プレート 2 に衝突させて加熱プレート 2 を発熱させる電子衝撃加熱装置であって、加熱プレート 2 を天壁とする加熱物支持部材 1 の周壁が径が異なる上下の多段の周壁部分 13 a、13 b からなり、これらの周壁部分 13 a、13 b がそれらの径方向に延びるリング状の横壁 15 で連結されている

【選択図】 図 1

認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 5 0 2 6 5 |
| 受付番号    | 5 0 3 0 0 8 8 3 1 1 8    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 第四担当上席 0 0 9 3           |
| 作成日     | 平成 1 5 年 5 月 2 9 日       |

< 認定情報・付加情報 >

|       |                  |
|-------|------------------|
| 【提出日】 | 平成 15 年 5 月 28 日 |
|-------|------------------|

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 5 0 2 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 8 3 9 4 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県日立市滑川本町 3 丁目 1 9 番 5 号

氏 名

助川電気工業株式会社